(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104204756 B
(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201380018741.6

(22)申请日 2013.03.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104204756 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(30)优先权数据
102012205694.7 2012.04.05 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.10.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/055709 2013.03.19

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/149825 DE 2013.10.10

(73)专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特

(72)发明人 G.诺比斯 V.乌芬坎普

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 梁冰 宣力伟

(51)Int.Cl.
G01L 17/00(2006.01)

审查员 韩龙

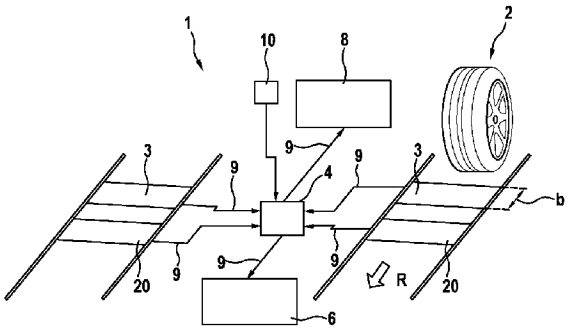
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

用于胎压检测的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于检测滚过测量位置平面的车辆的轮胎(2)中的填充压力(p)的装置(1),其具有至少一个横向于轮胎(2)的滚动方向定向的力传感梁(3)以及分析单元(4)。该力传感梁(3)构造用于将输出信号发送给分析单元(4),该输出信号是整体上作用到力传感梁(3)上的负载的函数;并且该分析单元(4)构造用于由力传感梁(3)的输出信号的关于时间的曲线推断出轮胎(2)中的填充压力(p),其中力传感梁在以轮胎(2)滚过时将所述输出信号发送给所述分析单元(4)。



CN 104204756 B

1.用于检测滚动的车辆的轮胎(2)中的填充压力(p)的方法，

所述方法包括：

-确定轮胎支承面沿行驶方向(R)的长度(L)；

-确定车轮(2)的车轮负载(F)；并且

-由所述轮胎支承面的长度(L)和车轮负载(F)推断出所述轮胎(2)中的填充压力(p)，

其特征在于，所述方法还包括：分析由车辆的轮胎(2)滚过的至少一个力传感梁(3)的输出信号，从而确定所述轮胎支承面沿行驶方向(R)的长度(L)和/或所述车轮(2)的车轮负载(F)。

2.按权利要求1所述的方法，其中所述方法包括：确定所述轮胎(2)中的填充压力(p)是否处于预先给出的范围内。

3.按上述权利要求中任一项所述的方法，其中所述方法包括：使用取决于所述车轮负载(F)的相关函数，所述相关函数形成所述轮胎支承面的长度(L)与所述轮胎填充压力(p)之间的关系。

4.按权利要求1所述的方法，其中所述方法包括：识别输出信号的曲线中有显著特征的时间点(t1、t2、t3、t4)并且将其用于确定所述轮胎支承面的长度(L)。

5.按权利要求1或4所述的方法，其中所述方法包括：识别输出信号的曲线中的最大力(F_{max})并且将其用于确定所述车轮负载(F)。

6.按权利要求1或2所述的方法，其中所述方法包括：相互比较至少两个轮胎(2)的轮胎支承面的长度(L)和/或轮胎填充压力(p)。

7.按权利要求1或2所述的方法，其中所述方法包括：测量所述轮胎(2)的胎纹深度并且在计算所述轮胎支承面的长度(L)时对其加以考虑。

8.按权利要求3所述的方法，其中所述方法包括：使用取决于所述车轮负载(F)的、事先保存的相关系数(A_i、B_i)。

9.按权利要求6所述的方法，其中所述至少两个轮胎(2)装配在同一轴上。

10.用于检测滚过测量位置平面的车辆的轮胎(2)中的填充压力(p)的装置(1)，其中所述装置(1)具有至少一个横向于轮胎(2)的滚动方向定向的力传感梁(3)以及分析单元(4)，其特征在于，

-所述力传感梁(3)构造用于将输出信号发送给所述分析单元(4)，所述输出信号是整体上作用到所述力传感梁(3)上的负载的函数，并且

-所述分析单元(4)构造用于由所述力传感梁(3)的输出信号的关于时间的曲线推断出轮胎(2)中的填充压力(p)，其中所述力传感梁在以轮胎(2)滚过时将所述输出信号发送给所述分析单元(4)。

11.按权利要求10所述的装置(1)，其中所述力传感梁(3)具有已知的宽度(b)。

用于胎压检测的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测车辆的、尤其滚动的车辆的轮胎中的填充压力的方法和装置。

背景技术

[0002] 车辆的轮胎填充压力对于道路交通中的安全、对于车辆的舒适性以及驾驶特性、对于燃料消耗以及对于轮胎磨损有着很大的意义。不配合负载的轮胎填充压力会显著影响直线滑行以及行驶稳定性并且由此影响车辆的安全性，造成明显的燃料额外消耗并且引起轮胎的使用寿命的显著降低。

[0003] 因此，轮胎填充压力的检测是交替的机动车服务的固定的组成部分。在这期间这经过很长的时间间隔。然而轮胎填充压力应该定期地大约每两周一次进行监控，并且额外地在特别负载时例如以高速长途跋涉和/或带有很重的行李时进行监控。

[0004] 轮胎填充压力的监控对机动车驾驶员的纪律负责。目前，在加油站和工厂能够手动检测轮胎填充压力，然而这是麻烦的。

[0005] 由于所述原因，经常明显极少地或者甚至不进行由轮胎制造商推荐的对轮胎填充压力的监控。因此有利的是，例如在驶向加油站时用检测装置自动地监控轮胎填充压力。

[0006] 在过去的十年中，已知一些用于检测轮胎填充压力的方法。

[0007] 通常能够将所述方法分成用于直接进行轮胎填充压力检测的方法和用于间接地进行轮胎填充压力检测的方法，其中能够区分该检测是在静止的还是在滚动的车辆或者说轮胎中进行。

[0008] 用于以有待适应的压力测量设备检测轮胎填充压力的方法属于在车辆静止时直接进行轮胎填充压力检测，并且例如由FR 2 852 907 A3得以公开。此外也公开了直接进行轮胎填充压力检测的方法，其不仅在静止的车辆中而且也在滚动的车辆中进行。在所述方法中，在阀门上(JP 3 141 838 U)或者在轮胎内部(DE 19 630 015 A1;US 2008/0133081 A1)设置一个或多个传感器，所述传感器连续地监控轮胎填充压力。如果轮胎填充压力高于或者低于阈值，那么向机动车转向器显示警告，并且/或者响起警告信号。然而这种传感器经常是不精确的并且是昂贵的。

[0009] 由EP 656 269 A1、EP 695 935 A1以及WO 2008/034411 A1公开了在机动车滚动时用于间接进行轮胎填充压力检测的方法，其中车辆的车轮滚过力传感器阵。

[0010] 从轮胎支承面内部的各个力传感器的轮胎支承面和接触力中，或者从各个力传感器之间所测量的接触力的区别中，也就是从轮胎支承面内部的压力分布中的特征性的区别中能够导出轮胎填充压力。

[0011] 然而力传感器阵一方面是昂贵的，因为传感器必须布置到足够大的表面上。另一方面当其设计成对压力敏感的测量薄膜时，其不容易抵抗破坏和误测量，因为其在滚动时通过行驶和制动以及通过车轮的外倾以及车轮轴的前束会暴露在机械的横向载荷下。

[0012] 其他用于在车辆滚动时间接进行轮胎填充压力检测的方法为了检测轮胎支承面

(承重表面)中的压力分布,代替力传感器阵使用力传感器的行分布。如此度量该行,使得能够检测轮胎支承面的宽度(承重宽度)。轮胎支承面的还需要用于求得轮胎支承面的长度(承重长度)额外地需要确定机动车的速度。在US 5 396 817中从信号的上升以及下降中确定速度,该信号在轮胎滚过力传感器列时产生。在EP 892 259 A1中,沿行驶方向在力传感器行前面布置了接触轨道,从而在与力传感器行的相互作用中求得行驶速度。

[0013] 前面所描述的具有力传感器阵以及力传感器行的方法至今为止没有经历宽泛的应用,因为该系统是非常复杂的并且由于较大的数据量而需要复杂的电子分析以及计算单元。

[0014] 由WO 1998/052008 A1公开了在使用各个力传感器的情况下在车辆滚动时间接地进行轮胎填充压力检测的方法。在该方法中,车轮以已知的间距滚过两个压电的传感器电缆。压电传感器由于作用到其上的力而产生电压。在驶过时电压信号的波形具有取决于轮胎空气压力的特征,该特征额外地取决于车辆的车轮负载以及驶过的速度。所述方法提出,从两个传感器电缆的已知的距离中确定速度,从电压信号的振幅中估算出车轮负载并且设置相应的修正,该修正保存在数据库中。

[0015] 此外,也公开了支承面的光学检测:

[0016] DE 197 05 047 A1公开了一种用于测量轮胎的胎纹深度的方法,其中用激光加载轮胎花纹。

[0017] US 2009/0290757公开了一种方法,其中从物体的形象数据中产生物体的三维轮廓并且分析物体的三维轮廓,从而识别物体的异常。

[0018] 在EP 1 305 590 A1中所描述的方法中,轮胎滚过玻璃板并且玻璃板下方的摄像机记录下轮胎的图形。该装置由于磨损、弄脏以及损坏玻璃板的危险而不是很好地适合用在道路交通的粗糙的环境中,而是宁愿保留在实验运行中。

[0019] 由此,一如既往地存在对于可坚固、简单并且成本低廉地实施的用于在车辆滚动时间接地进行轮胎填充压力检测的方法以及用于实施这种方法的装置的需求。

发明内容

[0020] 按本发明的用于检测滚动的车辆的轮胎填充压力的方法包括以下步骤,即确定轮胎支承面沿行驶方向的长度、确定有待检测的轮胎的车轮负载并且由轮胎支承面的长度和车轮负载推断出轮胎填充压力。

[0021] 按本发明的用于检测滚过测量位置平面的车辆的轮胎填充压力的装置具有至少一个横向于轮胎运行方向定向的力传感梁和分析单元。该力传感梁发送信号,该信号是整体上作用到力传感梁上的负载的函数。所述分析单元构造用于由力传感梁的输出信号的信号曲线推断出轮胎填充压力,力传感梁在以轮胎滚过时将输出信号发送到分析单元上。

[0022] 所述方法和装置适合于在具有很小的机动车行驶速度的区域内例如在加油站、车间或者停车场入口进行轮胎填充压力的检测并且例如通过多色的灯直接将相应的提示发送给机动车驾驶员。本发明通过在滚动的车辆或者说车轮上的测量提供了可宽泛使用的并且对于驾驶员来说舒适的解决方案。通过确定车轮负载能够考虑车轮负载对轮胎支承面的影响,并且能够避免或者至少降低在确定由车轮负载的变化中获得的轮胎填充压力时的错误。能够如此以较高精度确定所述轮胎填充压力。

[0023] 因为如此构造所述力传感梁，使得其发送一些(整体)信号，该信号是整体作用到力传感梁上的负载的函数，并且所述力传感梁尤其没有用于测量轮胎宽度上的负载分布阵结构，所以该力传感梁能够比至今为止使用的力传感器行或者阵更坚固并且更简单并且由此以更低的成本进行制造。

[0024] 因此，本发明提供了成本低廉的并且坚固的解决方案，该解决方案也能够用在粗糙的检测条件下。按本发明的装置能够装入行驶轨道中或者扁平的布置在行驶轨道上的驶过横木上。因此，本发明具有足够高的精度用于间接检测滚动的车辆上的轮胎填充压力。

[0025] 在实施方式中所述方法包括确定所述轮胎填充压力是否处于预先确定的范围内。如此会以较高的概率识别出具有很小的轮胎填充压力的轮胎(与安全有关)。

[0026] 在实施方式中所述方法包括确定轮胎填充压力。如此能够为驾驶员简单并且舒适地确定轮胎填充压力。

[0027] 在实施方式中所述方法包括使用取决于车轮负载的相关函数，该相关函数描述了车轮支承面的长度与轮胎压力之间的关系。该相关函数能够是线性的或者非线性的相关函数。尤其能够使用取决于车轮负载以及必要时轮胎型号的相关系数，该相关系数例如事先进行计算并且为了后面的使用而进行保存。用取决于车轮负载的相关函数能够以简单的方式并且以足够的精度形成轮胎支承面长度与轮胎填充压力之间的关系。

[0028] 在实施方式中所述方法包括评估由车辆轮胎滚过的至少一个力传感梁的输出信号的关于时间的曲线，从而确定轮胎支承面沿行驶方向的长度。该方法尤其能够包括分析信号曲线中的有显著特征的时间点并且用于确定行驶速度以及轮胎支承面长度。以这种方式能够可靠地确定轮胎支承面的长度。

[0029] 在实施方式中所述方法包括评估由车辆轮胎滚过的至少一个力传感梁的输出信号的关于时间的曲线，从而确定车轮的车轮负载。该方法尤其能够包括分析信号曲线中的有显著特征的时间点以及力信号并且用于确定车轮负载。以这种方式能够可靠地确定车轮的车轮负载。

[0030] 在实施方式中所述方法包括测量轮胎的胎纹深度并且在计算轮胎支承面长度时加以考虑。通过测量以及考虑轮胎的当前胎纹深度能够提高测量的精度，因为能够避免或者至少降低由胎纹深度与预先给出的值之间的偏差而产生的误差。

[0031] 在实施方式中所述方法包括相互比较至少两个轮胎、尤其装配在共同的轴上的轮胎的轮胎支承面长度或者近似确定的轮胎填充压力。以这种方式能够检测多个轮胎、尤其装配在共同的轴上的多个轮胎的轮胎填充压力的一致性并且提高测量的可靠性。

附图说明

[0032] 下面根据附图描述本发明：

[0033] 图1a和1b示出了对两种不同的轮胎型号而言分别在三种不同的车轮负载下轮胎支承面的长度与轮胎填充压力和车轮负载的关系；

[0034] 图2a和2b示出了对两种不同的车轮负载而言对不同的轮胎型号和轮胎尺寸来说胎压与轮胎支承面的长度之间的关系；

[0035] 图3a和3b示出了对不同的负载状态而言不同PKW-车辆等级的车辆的推荐胎压；

[0036] 图3c示出了具有四个状态等级的分类器；

[0037] 图4以示意图示出了用于检测轮胎填充压力的装置的实施例；

[0038] 图5示出了具有集成的检测装置的超越槽的实施例；

[0039] 图6以俯视图示出了超越槽的检测盖；

[0040] 图7a和7b示出了按本发明的测量装置连同从左向右滚过力传感梁的车轮的示意图；

[0041] 图8作为时间的函数示出了车辆车轮滚过力传感梁时所测量的力的信号的两个曲线；

[0042] 图9描述了对图8中所示的信号曲线的分析；

[0043] 图10作为轮胎填充压力的函数示出了在最大允许的轮胎花纹磨损下的轮胎支承面的长度关于新轮胎的相对变化；

[0044] 图11作为轮胎支承面的长度的函数示出了对新轮胎和具有最大允许磨损的轮胎花纹的轮胎而言的轮胎填充压力。

具体实施方式

[0045] 已知轮胎2的轮胎支承面的长度L取决于轮胎2的轮胎填充压力p和由机动车当前的负载状态得到的车轮负载F。这种依赖关系的特性在不同的轮胎型号或者说种类之间有所不同。图1a和1b示出了例如对两种不同的轮胎型号(“165/70 R14”以及“225/55 R17 Runflat(防爆胎)”)而言分别在三种不同的车轮负载F、即2000N、2500N或者说3000N下的这种依赖关系。

[0046] 如果在车轮负载F相同时考虑不同的轮胎型号，就会得到能够通过合适的相关函数近似产生的曲线簇。

[0047] 在图2a和2b中示出了例如对不同的轮胎型号和轮胎尺寸而言在3500N(图2a)或者说4000N(图2b)的车轮负载F下胎压p与轮胎支承面的长度L之间的关系。

[0048] 对于不同的车轮负载F，为了间接地从轮胎支承面的所测量的长度L计算出胎压p而保存了不同的相关函数。如果例如使用线性的相关函数，那么对于具体测量的车轮负载FR提供相关系数A_i和B_i用于由轮胎支承面的所测量的长度L_R中计算出胎压p_R：

[0049] $$p_R = A_i * L_R + B_i \qquad (1)$$。

[0050] 人们现在能够为多个例如具有250N或者500N差距的车轮负载阶段F_{Ri}确定相关系数A_i和B_i并且保存在车轮负载表格中。在使用相关系数A_i和B_i的情况下，人们就通过测量车轮负载F以及轮胎支承面的长度L为机动车的每个车轮2近似确定胎压p。

[0051] 在手动检测胎压p、例如在加油站检测时，通过与为每辆车给车轮2在前轴以及后轴上由机动车制造商预先给出的胎压p_{opt}进行比较来实现对所测量的压力值的分析。在此，通常在部分负载和全负载的车辆之间有所区别。所述数据例如包括在安置在机动车的油箱盖上的标签上。

[0052] 没有为自动的测量系统提供这种机动车所特有的用于分析胎压p的信息，并且至今为止没有公开用于独立于机动车分析胎压p的普遍有效的方法。

[0053] 为了实现用于独立于机动车分析胎压p的普遍有效的方法，本发明在推荐的胎压p方面负载状态不同时分析不同的PKW-车辆等级的车辆的宽谱。图3a和3b示出了用于前轴(图3a)或者说后轴(图3b)的结果。通过统计学上的数据分析获得了所推荐的胎压p_{opt}与车

轮负载F之间的线性相关函数。这种相关函数在图3a和3b中分别作为点划线示出。

[0054] 人们能够从轮胎制造商的技术上的提示中获知：

[0055] 如果低于最佳的轮胎填充压力不多于12%以及超过最佳的轮胎填充压力不多于18%，那么能够凭借小于1%的额外燃料消耗以及大于95%的轮胎使用寿命。如果胎压与最佳值具有较大的偏差，那么会引起过高的燃料消耗以及过低的使用寿命。

[0056] 在图3a和3b中画出了用于所描述的并且可由实际考虑支持的压力偏差的相应的界线作为相关函数(点划线)上面和下面的实线。为了普遍有效地分析近似计算的胎压p，在最简单的情况下在该界线上构造二维的状态分类。胎压p与车轮负载F是状态分类的两个维度。

[0057] 实际上借助于对力测量梁3的信号的分析为每个车轮2求得车轮负载F以及轮胎支承面的长度L并且随后用相应的取决于车轮负载的相关系数A_i和B_i从轮胎支承面的长度L中计算胎压p。借助于分类能够将具有所述两个参数的所涉及的车轮2分配给胎压p的状态类别Z_i。

[0058] 例如引入四个状态类别，其标记也作为对驾驶员的操作指示列出：

[0059] Z1：提高轮胎填充压力-安全危险：灯颜色 红；

[0060] Z2：检测轮胎填充压力-燃料消耗增大：灯颜色 黄；

[0061] Z3：轮胎填充压力正常：灯颜色 绿；

[0062] Z4：检测轮胎填充压力-轮胎磨损增大：灯颜色 黄。

[0063] 图3c示例性地示出了用于PKW的具有所描述的四个状态类型Z1、Z2、Z3、Z4的分类。也能够另外确定状态类型Z1、Z2、Z3、Z4并且/或者降低或增加其数量。例如为LKW和公共汽车设置专门的分类。对于是否使用用于PKW(轿车)或LKW(载重车辆)以及公共汽车的分类的区别来说，在测量及显示单元4上存在基于所测量的车轮负载(数量以及数值)的决定性算法。

[0064] 对于前轴和后轴的车轮来说能够使用不同的分类。对哪个车轮应用哪个分类的决定从过线的顺序中获得，也就是说为第一过线的车轮分配前轴的分类，为第二过线的车轮分配后轴的分类。所述决定性算法是测量及显示单元4中的软件的组成部分。

[0065] 图4示出了用于以至少一个力传感梁3检测轮胎填充压力p的装置1的可能的实施方式，该力传感梁横向于机动车的行驶方向R或者说轮胎2的滚动方向布置在行驶轨道中或者行驶轨道上。为整体上装置1分配了至少两个力传感梁3，每个车辆侧有一个力传感梁，该力传感梁分别具有沿着机动车行驶方向R延伸的宽度b。所述力传感梁3经由连接电缆9或者无线地与测量以及分析单元4进行连接。所述测量以及分析单元4经由连接电缆9或者无线地与显示单元6并且可选地与服务器8连接。

[0066] 所述力传感梁3沿行驶方向R的宽度b以及测量频率f_m向测量以及分析单元4公开。同样在测量以及分析单元4中保存具有前面所描述的取决于车轮负载的相关系数A_i、B_i的表格。构造所述测量以及分析单元4用于精确地检测并且保存信号，所述信号在轮胎2的每次驶过力传感梁3时由其发送。

[0067] 所述测量以及分析单元4装备有存储单元的计算单元以及分析软件，从而分析力信号曲线、检测测量结果的可信度、计算行驶速度v、车轮负载F、车轮支承面的长度L以及每个轮胎2的胎压p、分析轮胎支承面的长度L的或者装配在共同的轴线上的轮胎2的轮胎填充

压力p的相关偏差，并且最后将轮胎填充压力p分成预先确定的状态类型Z1、Z2、Z3、Z4作为最后的状态分析。

[0068] 所述测量以及分析单元4也控制用于发送检测结果的显示单元6并且可选地控制检测结果到上一级服务器8上的传递。

[0069] 能够用于确定轮胎支承面长度L以及车轮负载F的测量精度通过测量频率f_m、过线速度v以及力测量梁的宽度b确定。为了实现足够高的测量精度，力测量梁的宽度b大小应该是70mm。

[0070] 为了防止通过随机地触发力测量引起的、例如通过经过装置1的人引起的误测量，所述测量以及分析单元4能够装备有可信度测试算法，其根据力传感梁3的输出数据关于时间的曲线来进行人和车之间的区分并且如此避免了有错误的测量结果。

[0071] 在一种实施方式中，所描述的装置1以额外的传感器或者接触开关10进行拓展。这种额外的传感器10适合于识别驶向所述装置1的车辆。额外的传感器或者接触开关10与测量以及分析单元4进行连接并且就在机动车驶过装置1之前触发测量以及分析单元4的起动。

[0072] 沿着行驶方向R在两个力传感梁3后面分别布置了用于测量轮胎2的胎纹深度的装置20。用于测量胎纹深度的装置20也能够沿着行驶方向R布置在力传感梁3的前面并且是可选的，也就是为了实现按本发明的用于确定轮胎填充压力的方法不是强制需要的。此外描述了使用测量胎纹深度的结果用于改善轮胎填充压力的测量结果。

[0073] 所述装置1能够有针对性地集成到超越槽12中，如其从道路工程中已知的并且提到的那样。图5以横截面示出了具有这种超越槽12的实施例。图6以俯视图示出了专门的用于超越槽12的盖子14，其具有集成在其中的力传感梁3的装置，该力传感梁用于测量轮胎支承面的长度L以及在车辆侧面上的车轮负载。

[0074] 所述力传感梁3分别装配在超越槽12的盖子14的凹处中，使得其表面根据力传感梁3的实施方式必要时只有在力提升完成后与盖子14的表面平齐并且由此与行驶轨道平面平齐。盖子14与力传感梁3之间的中间空间用具有足够层厚的合适的弹性体16环绕地填充，从而持续地防止湿气、灰尘以及粗糙脏物进入。有利地在盖子14中的凹处与弹性体16之间并且在弹性体16与力传感梁3之间设置形状配合连接。为此，盖子14和力传感梁3能够设有相应的造型(例如凹槽或沟纹)。

[0075] 如此度量弹性体16的物理特性以及层厚，使得力传感梁3的触发力小得足以在小型以及轻型车辆中以较小的车轮负载F也确保可靠地触发力传感梁3。替代地能够在用于以修正元件确定轮胎支承面长度L以及车轮负载F的算法中考虑弹性体16的物理特性。

[0076] 为此，在制造过程之后能够实施对力传感梁3的修正。修正的结果对于每个连接的力传感梁3保存在测量以及分析单元4中并且在随后分析所测量的力信号曲线中加以考虑。

[0077] 沿着行驶方向R在力传感梁3前面或后面布置了用于测量轮胎2的胎纹深度的装置20。

[0078] 盖子14中的每个凹处设有缺口18(例如孔)用于将连接电缆9从力传感梁3通入测量以及分析单元4中。其同样能够集成到超越槽12中。测量以及分析单元4在超越槽12的侧壁13上的装配保护测量以及分析单元4例如防止积聚在超越槽12的底部上的滞水。

[0079] 图7a和7b示出了按本发明的测量装置连同从左向右滚过力传感梁3的车轮或者说

轮胎2的示意图。

[0080] 在时间点t1，轮胎2以其轮胎支承面的前面边缘第一次接触力传感梁3，在时间点t2，轮胎2以其轮胎支承面第一次接触整体上力传感梁3。在时间点t3，轮胎2最后一次以其轮胎支承面接触整体上力传感梁3并且在时间点t4，轮胎支承面的后面边缘最后接触力传感梁3。

[0081] 在图8中，在机动车车轮2滚过力传感梁3时示例性地示出了用于作为关于时间(x轴)的函数的被测量的力(y轴)的信号的两个曲线，其中从轮胎2的不同的轮胎填充压力中产生轮胎支承面的不同的长度L。

[0082] 下面参照图9对这种信号曲线的分析进行描述：

[0083] 在第一分析步骤中参照显著的时间点分析信号曲线。如果轮胎在时间点t1第一次接触力传感梁3(力提升F_{r1}的开始)，就实现第一次时间测量。当力曲线在时间点t2过渡到恒定的最大力F_{max}时，也就是当轮胎2经过梁宽度b的路程并且在力传感梁3的整个宽度b上贴靠在其上时，进行第二时间测量。当轮胎支承面的后面区域再度离开力传感梁3时(时间t3)，在从恒定的力到力下降F_{r2}的过渡上能够识别出，并且当轮胎2最后接触力传感梁3时(时间t4)并且所测量的力F再度等于输出值时，进行其他时间测量，其中该输出值在轮胎2第一次经过力传感梁3之前(t<t1)已经得到了测量。

[0084] 由此，对于每个轮胎2来说产生了四个时间点t1、t2、t3、t4，其时间上的间距(时间差)作为用于其他计算的基础进行分析。三个时间点t1、t2、t3对于后面的分析来说已经足够了。

[0085] 在假定作为已知的时间坐标以恒定的测量频率f_m周期性地进行力测量的情况下，能够在前面确定的时间点t1、t2、t3、t4之间自动地求得测量值的数量N_{r1}、N_m、N_{r2}。

[0086] N_{r1}和N_{r2}分别说明了在力提升时(t1<t<t2)或者说在力下降时(t3<t<t4)的测量值的数量。N_m说明了在力F_{max}最大时(上升为零)的测量值的数量(t2<=t<=t3)。

[0087] 用已知的梁宽度b能够从这些值中计算过线速度v、轮胎支承面的长度L_R以及车轮负载F_R：

[0088] $$v = b * f_m / Nr_1 \quad (2)$$；

[0089] $$L_R = v * (Nr_1 + Nm) / f_m \quad (3)$$；

[0090] $$F_R = F_{max} * L_R / b \quad (4)$$。

[0091] 类似地也能够代替N_{r1}使用N_{r2}。如果不仅从Nr1中而且也从Nr2中计算用于v、L_R以及F_R的值，那么产生了过度确定。这种过度确定提供了增加精度的方案。该过渡确定额外地提供了修正结果的方案，方法例如是通过在驶过力传感梁3时的加速或者制动识别并且考虑可能的速度变化，由此同样提高精度。

[0092] 当速度的变化超过预先给出的极限值并且不能再十分有效地分析测量结果时，具有相应给机动车驾驶员的报告的测量还能够真实是无效的。

[0093] 上面的计算公式(2)、(3)以及(4)仅仅适用于力传感梁3的宽度b小于轮胎支承面的长度L。否则的话，在整体上力传感梁3完全由轮胎2的轮胎支承面的前面边缘驶过之前测量最大力F_{max}，并且由轮胎2经过的路程是不确定的。

[0094] 在胎压检测期间，车辆首先以前面轮胎2并且随后以后面轮胎2驶过力传感梁3。由

此能够以装置1几乎同时地确定轮胎支承面的长度L以及车辆的所有车轮2的车轮负载F。

[0095] 如已经描述的，人们能够为在车轮2上测量的车轮负载F_R从车轮负载表格中获取相应的相关系数A_i和B_i，并且用所述相关系数以及如前面所描述的求得的轮胎支承面长度L_R近似计算车轮2的胎压p_r：

[0096] $$p_R = A_i * L_R + B_i \qquad (5)$$。

[0097] 如果所测量的车轮负载F_R处于两个保存在表格中的车轮负载阶段F_{Rn}以及$F_{R(n+1)}$之间，那么通过内推法在相邻的相关系数A_n和$A_{(n+1)}$以及B_n和$B_{(n+1)}$之间求得相关系数A_i和B_i。在非线性的内推过程中也能够替代地在内推过程中包括多个相邻的车轮负载阶梯的相关系数，例如$A_{(n-1)}$、A_n、$A_{(n+1)}$和$A_{(n+2)}$以及$B_{(n-1)}$、B_n、$B_{(n+1)}$以及$B_{(n+2)}$。

[0098] 用以所述方式近似计算的胎压p_R以及近似确定的车轮负载F_R能够借助于前面在上下文中用图3c描述的状态分类由测量系统在诊断的意义上分析并且评估胎压p。

[0099] 在下一步探寻不同的轮胎型号以及轮胎尺寸中，在不同的胎压p以及车轮负载F下调查胎纹深度对轮胎支承面的长度L的影响。

[0100] 确定的是，车轮支承面的长度L在胎压p相同并且车轮负载F相同时随着车轮磨损的增加也就是胎纹深度的降低而减少。在图10中在参照新轮胎最大允许的轮胎磨损(最小允许的胎纹深度)下作为轮胎填充压力p(x轴)示出了轮胎支承面的长度的相对变化ΔL(y轴)。

[0101] 轮胎支承面的长度的相对变化ΔL在此作为多个不同的轮胎2的平均值并且额外地作为相应多个轮胎负载阶段中的平均值示出。选择车轮负载阶段的平均值，这是因为车轮负载对车轮支承面的长度的变化ΔL的影响明显小于胎压p的影响。

[0102] 因此，在图10中示出了车轮支承面的长度的由磨损引起的变化ΔL占优势地取决于胎压p。因此，轮胎支承面的长度L受到胎纹深度或者说轮胎磨损的影响高达10%，从而能够通过考虑胎纹深度显著地改善前面所描述的间接的车轮压力检测的精度。

[0103] 图11在调查的轮胎的例子上强调了这种改善潜能。在图11中在车轮负载F保持相同时为新轮胎(右边曲线)以及磨损到允许极限的轮胎(左边曲线)示出了轮胎填充压力p(y轴)作为轮胎支承面的长度L(x轴)的函数。

[0104] 从车轮支承面的所测量的长度L以及车轮负载F中对胎压p的近似计算在所述例子中在使用新轮胎的相关系数的情况下对磨损的轮胎产生0.2到0.5巴过高的胎压p。这通过对轮胎花纹以及轮胎支承面的所测量的长度L的修正的按本发明的测量能够基于所测量的轮胎花纹得到避免。

[0105] 因此，拓展的检测方法额外地包括对每个轮胎上胎纹深度的测量。为此使用已知的胎纹深度测量装置，其不是本发明的主题。

[0106] 作为额外的步骤，用所测量的胎纹深度修正轮胎支承面的所测量的长度L并且从轮胎支承面的修正的长度出发进行胎压p的前面所描述的近似的计算。

[0107] 所述步骤包括以下分步骤，其中在至今为止的方法中根据公式(5)计算的胎压p_R表示成暂时的胎压p_{RV}：

[0108] 用暂时的胎压p_{RV}计算轮胎支承面的长度L的由磨损引起的变化dL。为此使用胎压p与每mm花纹磨损的轮胎支承面长度的平均变化dL之间相关函数形式的统计学上的关系。这种关系能够从图10中所示的关系的数据中导出。

[0109] 对于PKW-夏用轮胎例如如下考虑修正计算：

[0110] $$dL = 0{,}3 * p_{RV} + 0{,}97 \qquad (6)$$ 。

[0111] 对于冬用轮胎来说，通常使用其他相关系数。

[0112] 在下一个分步骤中从轮胎支承面的所测量的长度L_R、长度修正dL以及所测量的胎纹深度T_R中如下计算轮胎支承面的修正的长度L_{RK}：

[0113] $$L_{RK} = L_R + (T_{max} - T_R) * dL \qquad (7)$$ 。

[0114] 在此，T_{max}是新轮胎的最大胎纹深度。在此，对于夏用和冬用轮胎通常也使用不同的值。

[0115] 随后，如前面所描述地(参见公式(5))，用轮胎支承面的修正的长度L_{RK}计算有效的胎压p_{RK}：

[0116] $$p_{RK} = A_i * L_{RK} + B_i \qquad (8)$$ 。

[0117] 随后继续进行到现在为止所描述的方法，并且用近似计算的胎压p_{RK}以及近似确定的车轮负载F_R借助于胎压的上面所描述的状态分类由测量系统在诊断的意义上进行评估。

[0118] 以胎纹深度测量拓展所述方法不需要改变前面所描述的状态分类的。

[0119] 对于具有胎纹深度测量以及修正轮胎支承面长度的拓展的变型方案来说，为了求得相关系数A_i和B_i从而计算轮胎压力，只使用新轮胎。也就是说，在这种情况下使用其他具有相依相关系数的车轮负载表格。这同样适用于LKW和公共汽车的车轮负载表格。

[0120] 对新轮胎的限制一方面降低了用于求得车轮负载表格的花费并且另一方面对改进近似计算的轮胎填充压力的精度作出贡献。

[0121] 用于轮胎填充压力p的另一检验标准是对轮胎以及机动车制造商的要求，使得轴的所有轮胎2的填充压力p必须是相同的，相反，轮胎2的填充压力p在前轴和后轴之间允许完全不同。因为在机动车使用期间在可能的轮胎更换时总是将相同类型的轮胎2装配在一个轴上，从轮胎支承面长度L的测量或者说近似计算的轮胎填充压力p的测量中获得额外的以较高精度确定轴线的左边和右边轮胎2之间的轮胎填充压力p差的方案。

[0122] 在这种相对检测中取消对轮胎支承面长度L与轮胎填充压力p之间关系的确切认识的需要。两个装配在一个轴上的轮胎2的轮胎支承面长度L之间的相对差ΔLR或者一个轴的轮胎2的两个轮胎填充压力p之间的相对差Δp不允许超过两个值中较小的那个值的x%的确定的极限值。所述极限值也能够替代地涉及两个值中较大的值或者平均值。

[0123] 从前面的用于导出图3中“轮胎填充压力正常”的界线的说明以及在注意图2中具有非常不同的轮胎2的结果的情况下，左边和右边的轮胎2之间的相对差ΔLR、Δp不应该大于5%到8%。

[0124] 用于间接检测机动车轴上的胎压的方法在拓展的变型方案中包括以下方法步骤：

[0125] 1．以恒定的测量频率f_m检测并且保存力传感梁3的测量力并且在用各个车轮2滚过时在两个车辆侧面上(以相应的力传感梁3)检测并且保存胎纹深度；

[0126] 2．分析两个车轮的测量力信号关于时间的曲线，从而确定力提升的测量值的数量(N_{r1})、具有最大测量力(N_m)的测量值的数量、平均最大的测量力(F_{max})以及必要时用于力下降的测量值的数量(N_{r2})；

[0127] 3．在传感器宽度b已知并且测量频率f_m已知时，确定每个车轮2的速度v、轮胎支

承面的长度L_R以及车轮负载F_R；

[0128] 4．检测每个车轮2的测量的可信度，必要时修正所计算的值或者中断车轮压力检测并且发送“误测量”；

[0129] 5．借助于用于每个车轮2的新轮胎的取决于车轮负载的相关系数A_i、B_i计算暂时的胎压P_{RV}；

[0130] 6．用所测量的胎纹深度修正轮胎支承面的所测量的长度L_R并且近似计算每个车轮2的胎压p_{RK}；

[0131] 7．确定一个轴的两个车轮2之间的车轮支承面的修正的长度L_{RK}的或者近似计算的胎压p_{RK}的相对差ΔLR或者说Δp，并且将所述差与预先确定的极限值进行比较；

[0132] 7a．如果所计算的差小于或者等于极限值，那么结果是正常的；

[0133] 7b．如果计算的差大于极限值，那么将具有更长轮胎支承面或者更小轮胎压力p的车轮分配给状态分类Z2：“轮胎填充压力检测-燃料消耗增大：灯颜色 黄”；

[0134] 8．根据所测量的车轮负载F以及近似计算的胎压p将机动车轴的每个车轮2借助于分类分配给例如四个状态分类Z1、Z2、Z3、Z4之一并且由此评估每个单个车轮2的胎压p_{RK}；

[0135] 8a．如果车轮已经由于一个轴上的轮胎支承面长度之间的差或者一个轴上轮胎填充压力的差分配给状态分类Z2：“检测轮胎填充压力-燃料消耗增大：灯颜色 黄”，那么仅仅在用于所述车轮的分类求得状态分类Z1：“轮胎填充压力增加-安全危险：灯颜色 红”时，转换这种状态分类；

[0136] 9．为驾驶员在视觉上显示每个车轮的检测结果：

[0137] 轮胎填充压力和/或求得的状态分类的关系的明文和/或耦合到状态分类上的灯颜色，可选地显示车轮负载；

[0138] 10．可选地将测量数据以及结果传递到服务器上。

[0139] 用于双轴车辆的方法步骤包括上面所描述的用于前轴的方法步骤1到8，并且直接随后为后轴实施相同的方法步骤1到8。所述方法步骤9和10同时用于车辆的所有车轮。

[0140] 也能够额外地在显示单元上为每个轮胎显示胎纹深度和/或耦合到胎纹深度评估上的灯颜色。在此，胎纹深度的评估随着法定给出的最小胎纹深度以及用于警告还只有很小剩余使用时间的强烈磨损的轮胎的特定值而进行。如果所测量的胎纹深度低于警告值，那么灯颜色为“黄”，在低于最小胎纹深度时灯颜色为“红”并且其他情况灯颜色为“绿”。

[0141] 如果没有胎纹深度修正地进行所述方法，那么在步骤1中取消检测并且保存胎纹深度，并且在步骤6中取消“修正轮胎支承面的长度L”。

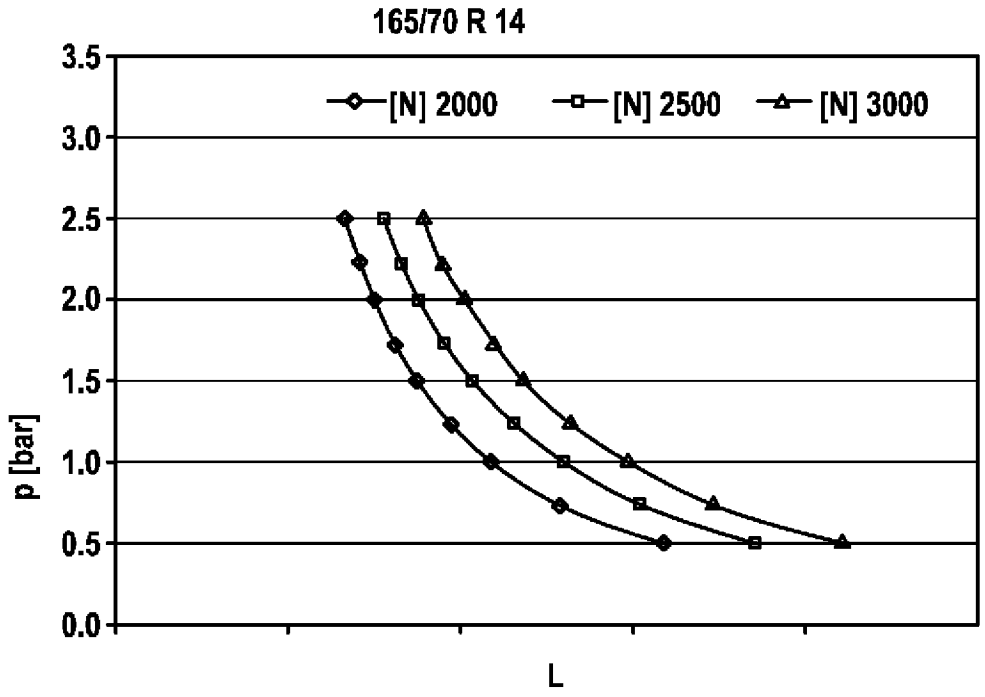

165/70 R 14
[N] 2000
[N] 2500
[N] 3000
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
p [bar]
L

图 1a

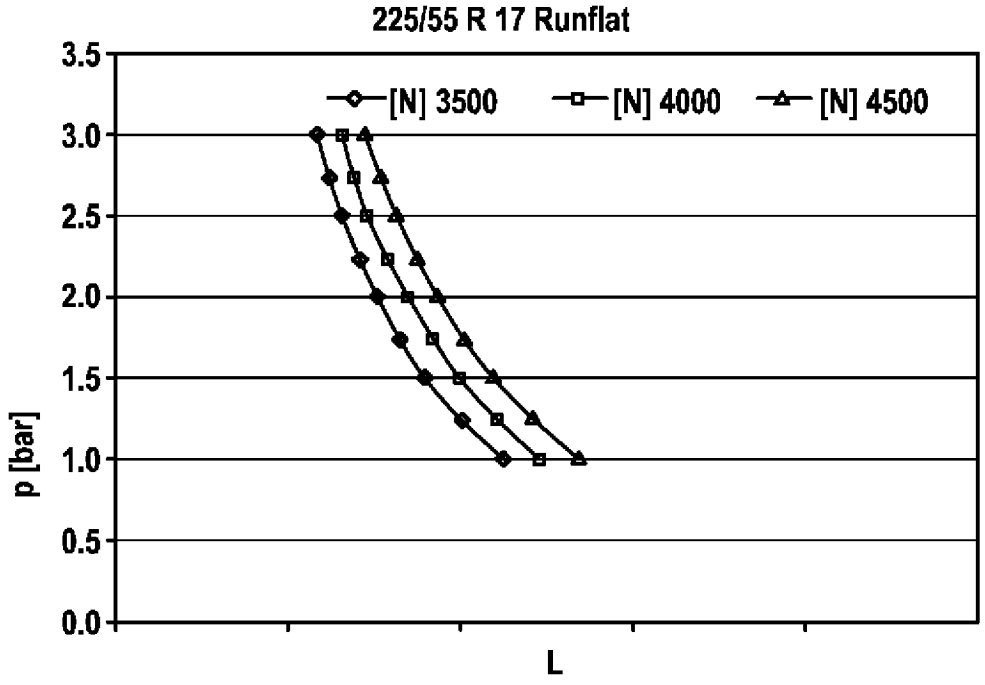

225/55 R 17 Runflat
[N] 3500
[N] 4000
[N] 4500
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
p [bar]
L

图 1b

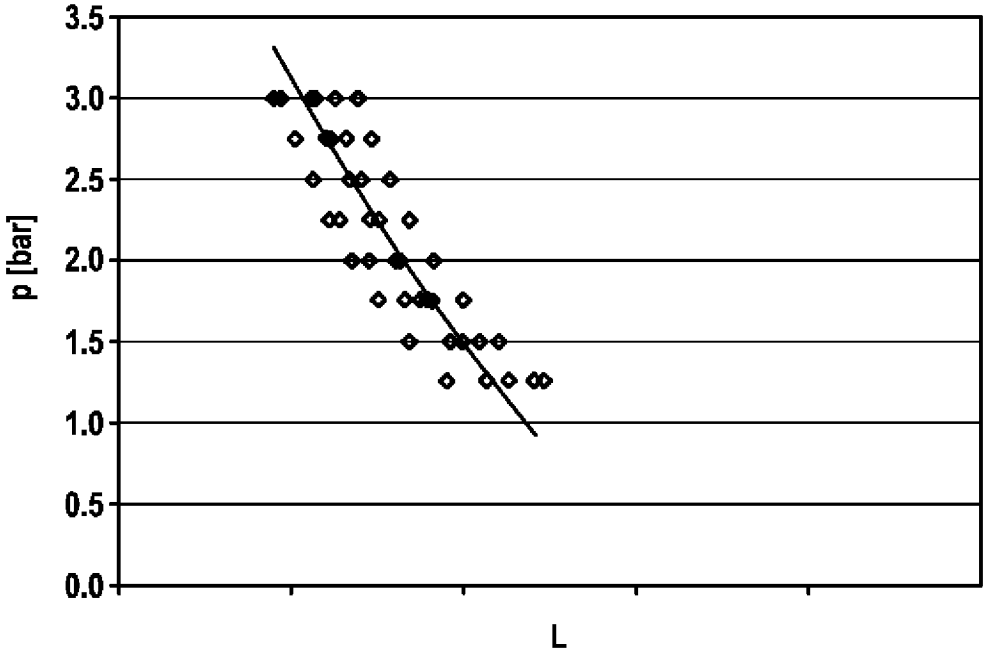


图 2a

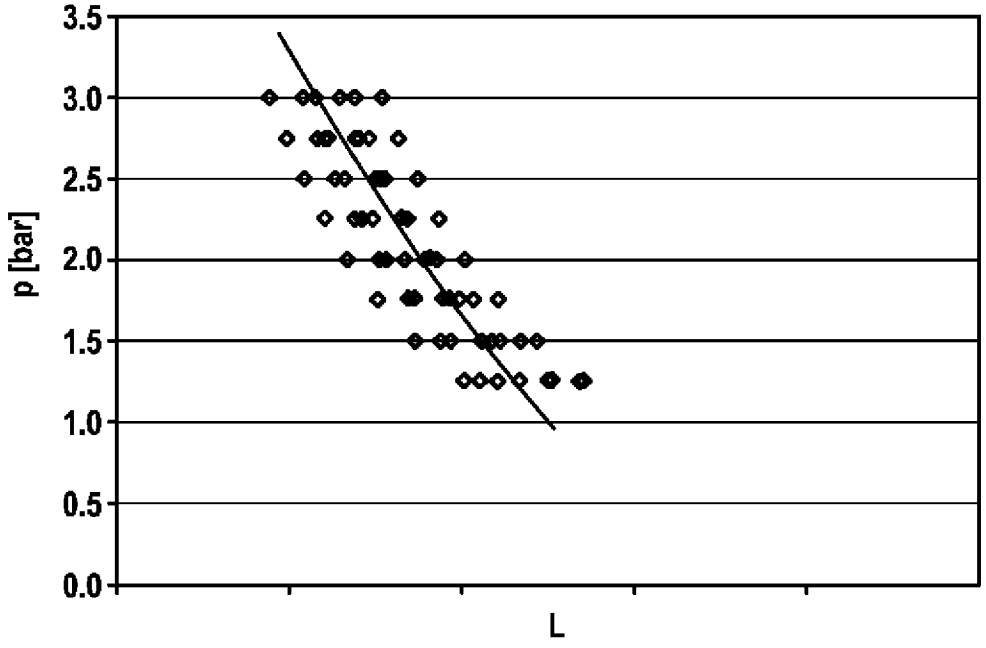


图 2b

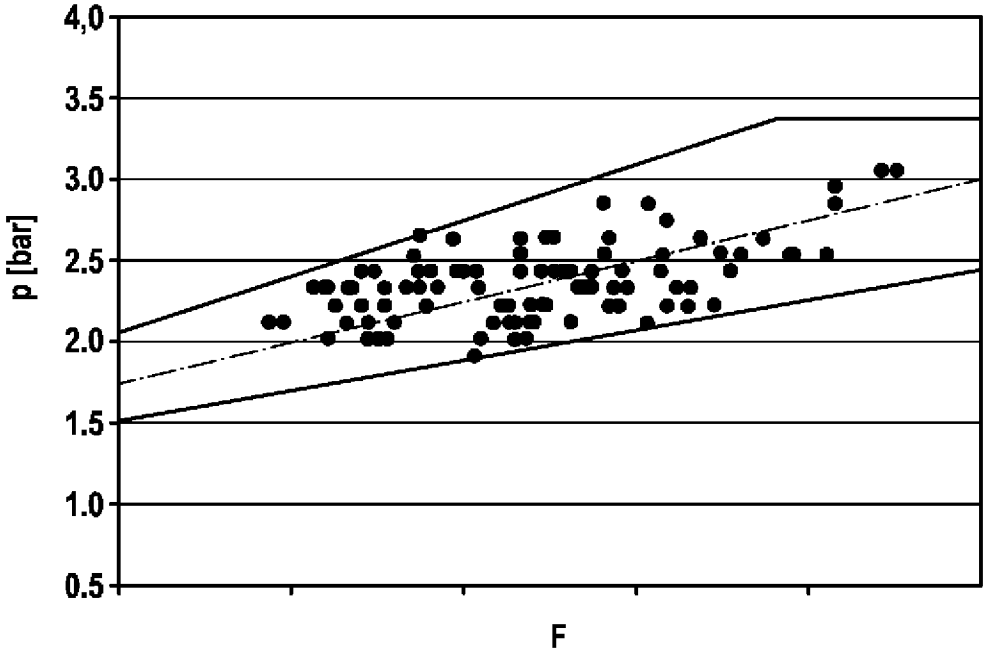


图 3a

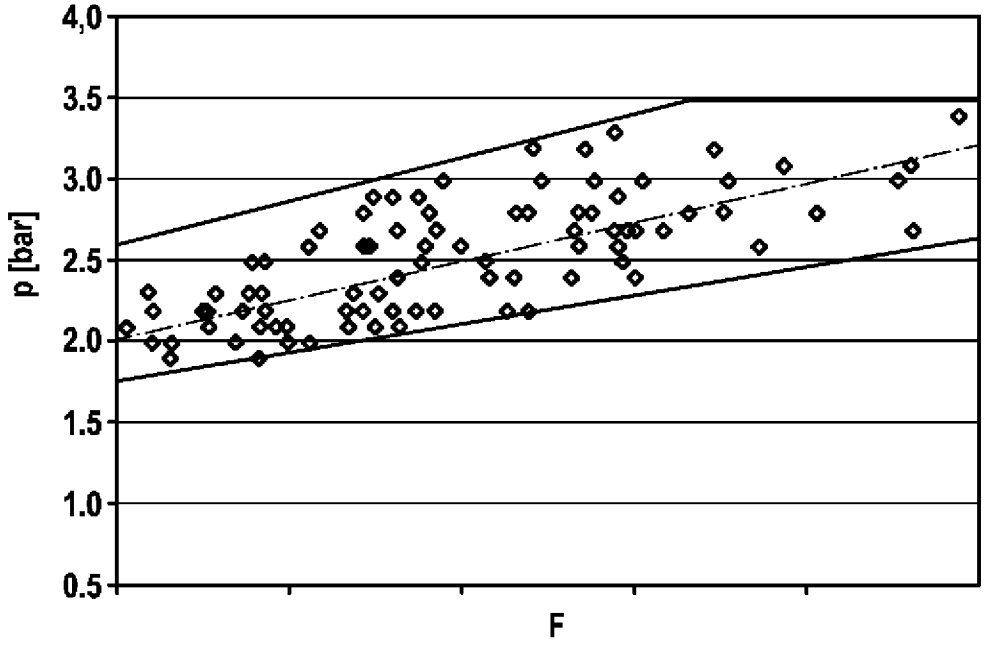


图 3b

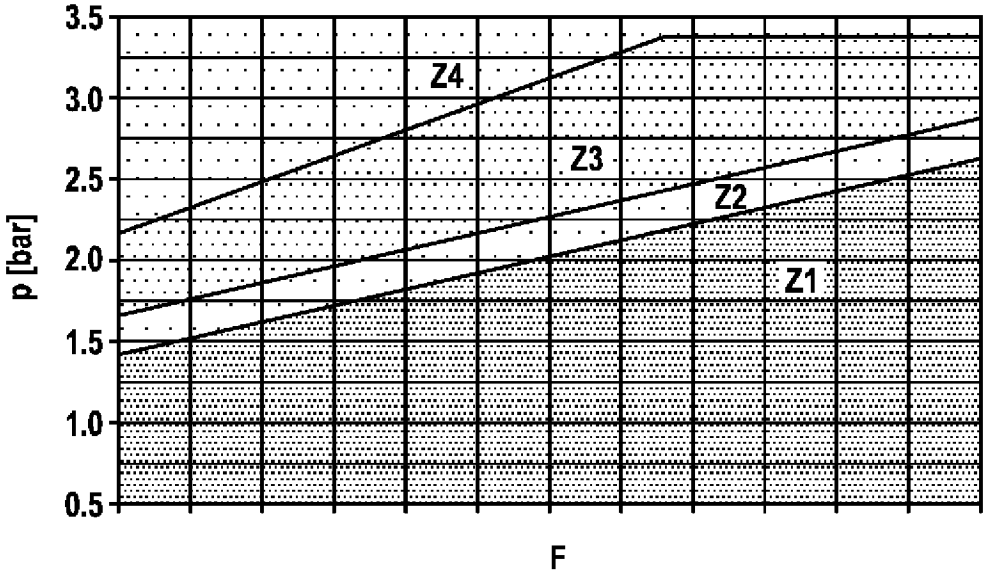


图 3c

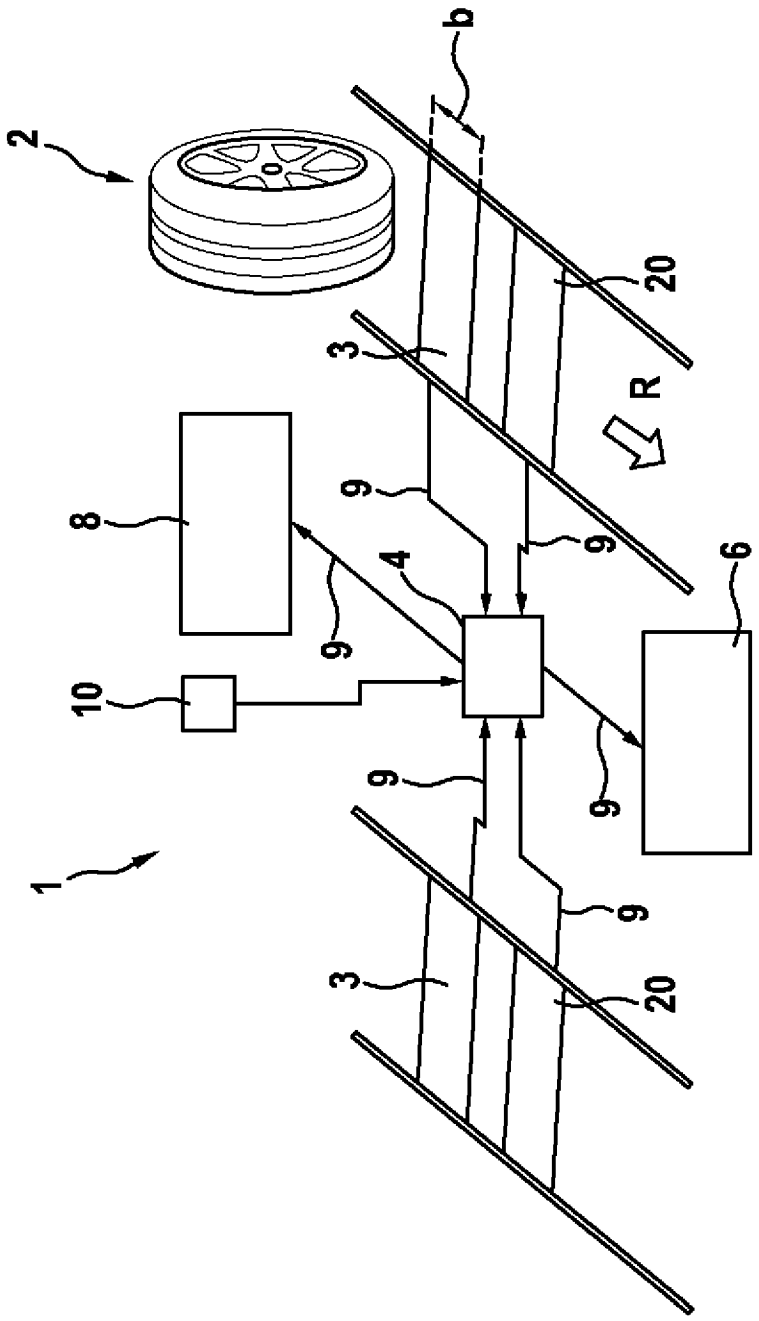


图 4

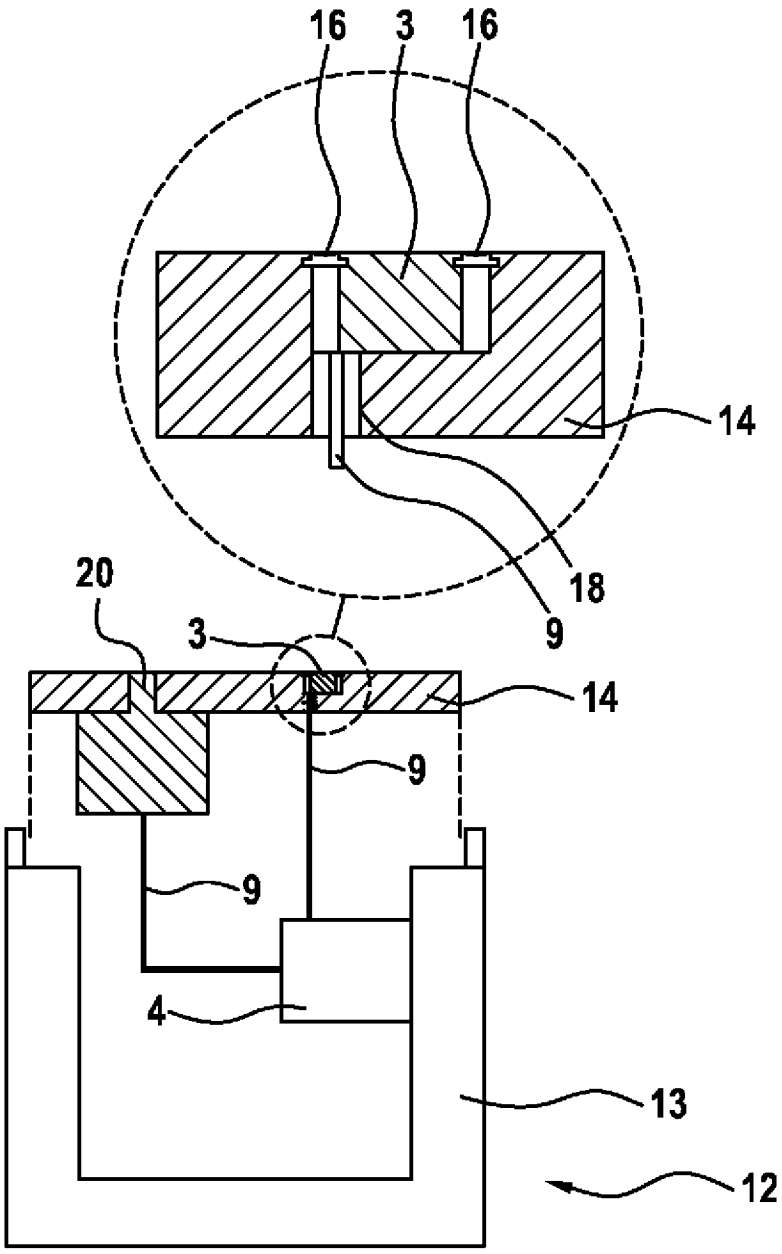


图 5

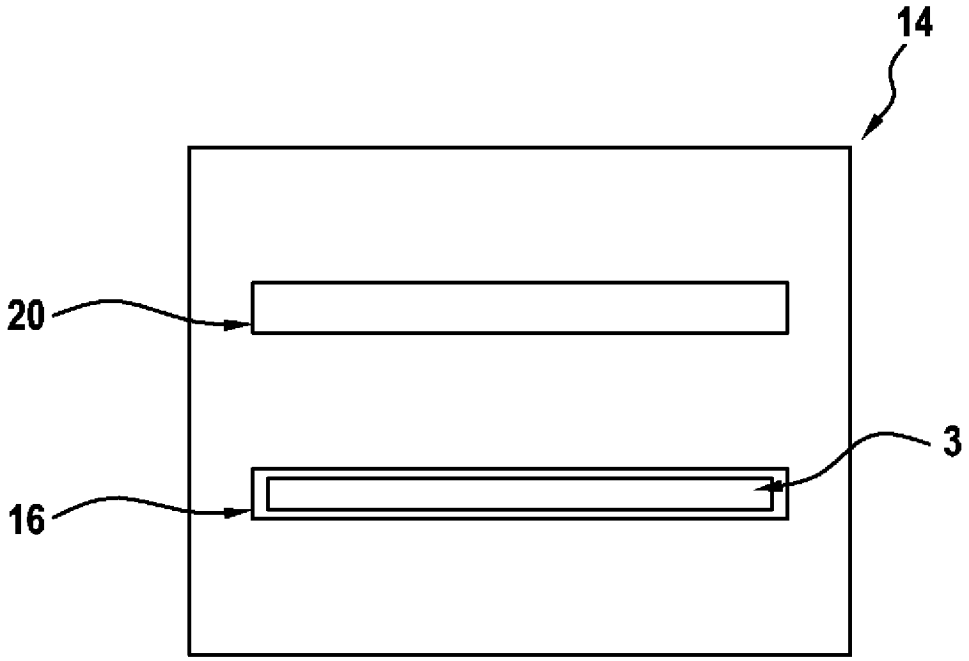


图 6

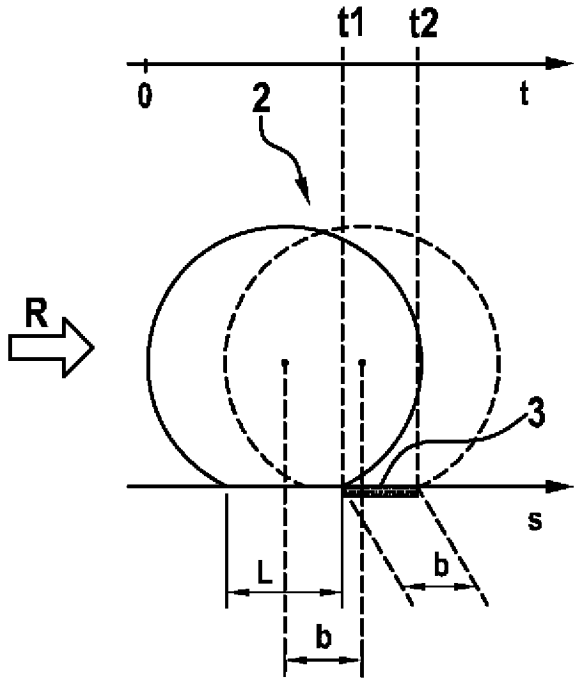


图 7a

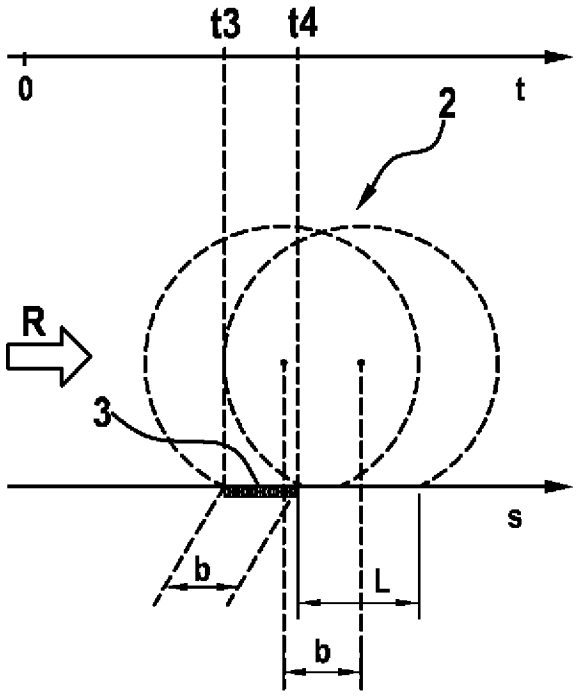


图 7b

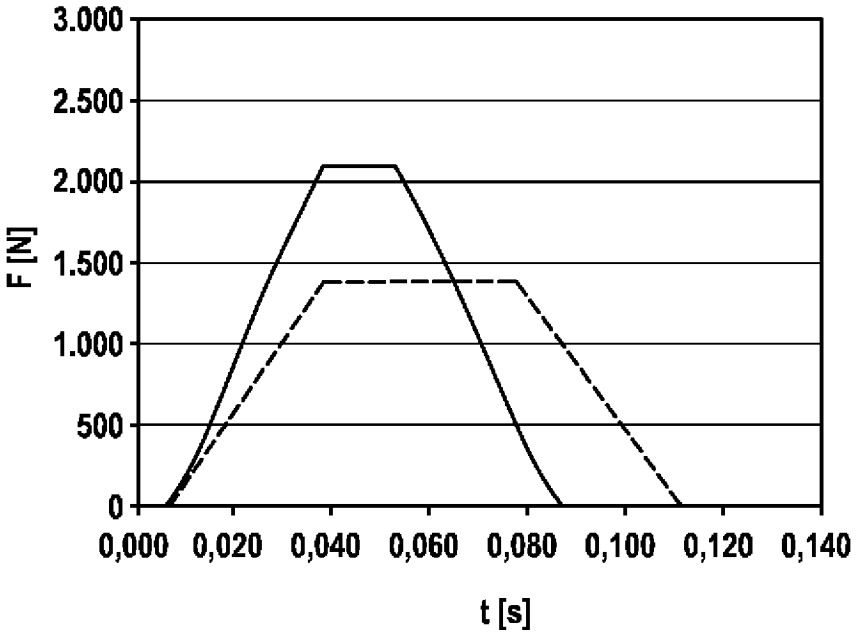

3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
F [N]
0,000
0,020
0,040
0,060
0,080
0,100
0,120
0,140
t [s]

图 8

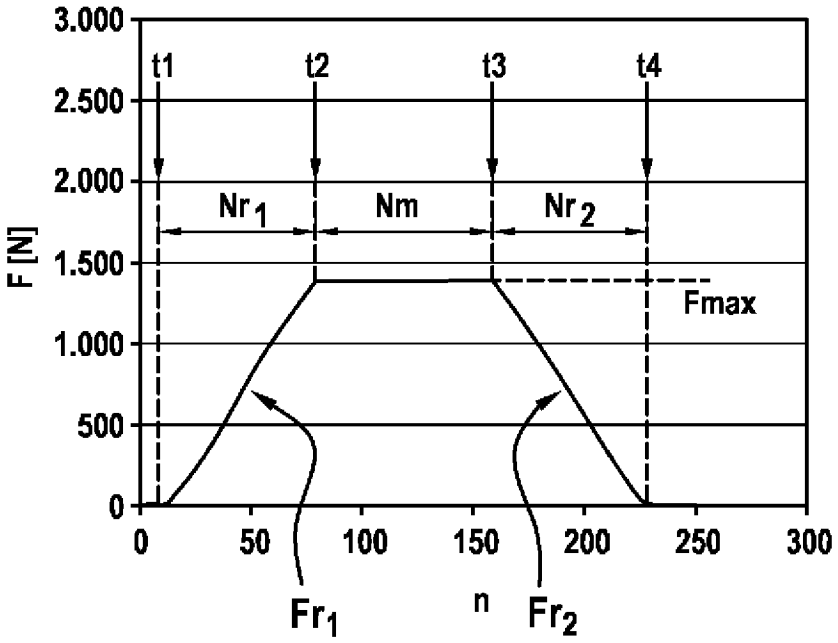

3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
F [N]
t1
t2
t3
t4
Nr1
Nm
Nr2
Fmax
0
50
100
150
200
250
300
n
Fr1
Fr2

图 9

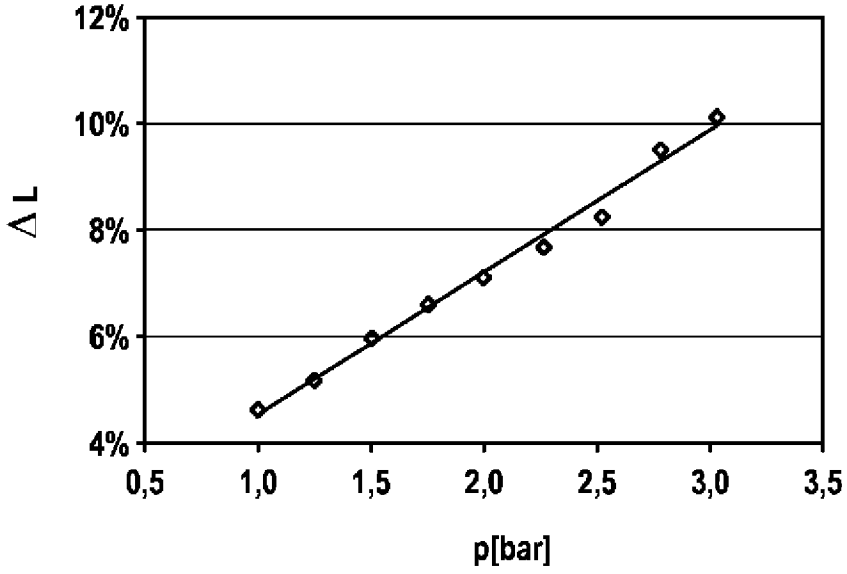


图 10

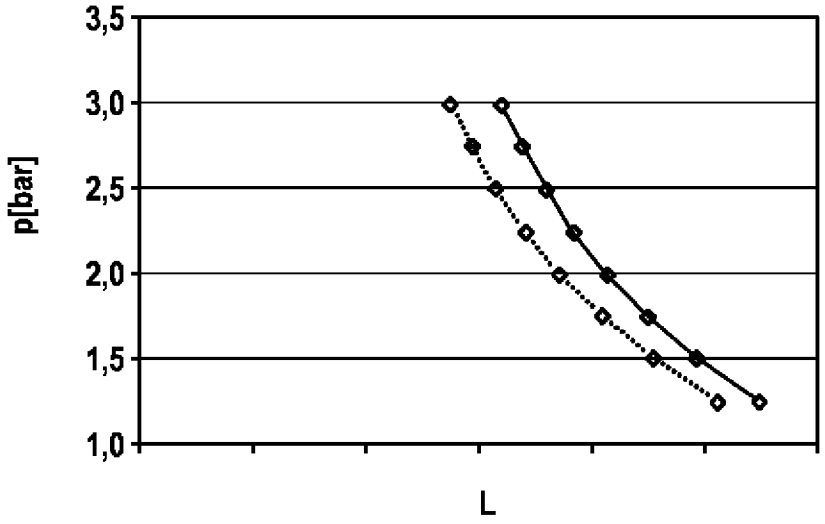


图 11